

苏联中等专业学校教学用书

勘探坑道掘进学

Л. А 魯辛諾夫著

地质出版社

P633-3

15.11.3

59

с. 3

学进掘道坑探勘

Л. А. 魯辛諾夫 著

苏联地質部批准作为地質技術学校教材



地质出版社

1958·北京

ПРОХОДКА ГОРНОРАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

Л. А. Русinov

Госгееиздат 1948 МОСКВА

这是一本中等地質勘探学校的教材，內容系統地闡述了勘探坑道掘進过程中全部作業的有关知識 其中包括坑道类型，岩石性質，鑿岩爆破，各种类型坑道的掘進方法等。

本書是專供中等地質勘探学校学生學習掌握“勘探坑道掘進課”的知識用的，也可作山地工作技術人員的參考書。

本書由趙魁閣、刘汝田、戚文熾、孙成哲譯，許鐸校。

勘探坑道掘进学

著 者	Л. А. 魯 辛 諾 夫
譯 者	趙 魁 閣 等
出 版 者	地 質 出 版 社
	北京宣武門外永光寺西街3号
	北京市書刊出版營業計劃登記出字第050号
發 行 者	新 華 書 店
印 刷 者	天 津 第 一 印 刷 厂

印数(京)1—2,700册 1958年10月北京第1版

开本31*×43*1/26 1958年10月第1次印刷

字数160,000 印張9¹¹/25 插頁1

定價(10)1.25元

目 錄

序 言

第一篇 总論..... 6

第 一 章 礦床的普查与 勘 探..... 6

第 二 章 勘探坑道的类型..... 9

第 三 章 岩石的物理机械性質..... 11

第二篇 矿山業務..... 19

第 四 章 概 論..... 19

第 五 章 在松散、破碎軟岩石中的工作..... 20

1. 手掘..... 20

2. 机掘..... 25

第 六 章 爆破作業..... 27

1. 爆破原理..... 27

2. 炸藥和爆破材料..... 30

3. 炸藥和爆破材料的儲藏..... 51

4. 打眼及砲眼在工作面上的布置..... 59

5. 裝藥和放砲, 瞎砲的处理..... 87

6. 钎子的鍛修和淬火..... 95

第三篇 勘探坑道掘進..... 110

第 七 章 地表坑道掘進..... 110

第 八 章 地下坑道掘進..... 121

1. 水平坑道..... 121

2. 垂直坑道..... 136

3. 傾斜坑道..... 170

第四篇 輔助作業	175
第九章 排水.....	175
第十章 通風.....	192
第十一章 照明.....	203
第五篇 勘探隊輔助技術企業	207
第十二章 動力設備.....	207
第十三章 動力輸送.....	212
第十四章 修配間.....	215
第十五章 伐木工作.....	219
第十六章 建築物及構築物的建造.....	226
第十七章 運輸.....	231
第十八章 電訊業務.....	234

序 言

勘探坑道在礦產普查与勘探工作中有着很大的用途，它能使我們直接观察并仔細地研究所揭露的有用矿物，正确測量層位及厚度，以及选取可靠样品等。勘探坑道对于勘探形狀复杂或有益組份和有害組份含量不均匀的礦床是完全不可缺少的；对檢查鑽探結果与地球物理工作也是必需的。

虽然，勘探坑道比勘探鑽孔所需的時間長，經費大，但是它是不可缺少的，特別是在詳細勘探階段需要很精确地計算礦量时，就更加必要。某些类型的礦床必須用勘探坑道來勘探。

因勘探坑道有許多用途，所以每个勘探技術人員必須掌握其掘進的特点，了解其劳动組織与繁重过程采用机械化的方法。

編寫本書时所参考的以下各种書籍，可作地質勘探技術学校学生的参考書。

1. Н. И. 庫利奇欣 (Н. И. Куличихин) 和 В. И. 克拉斯尼科夫 (В. И. Красников)：探礦坑道的掘進 (勘探工程第二篇)

2. В. И. 克拉斯尼科夫 (В. И. Красников)：勘探坑道掘進的机械化。

3. К. Г. 沃洛德欽科 (К. Г. Володченко) 和 И. Я. 謝列布林 (И. Я. Серебрин)：勘探坑道掘進。

4. В. М. 庫茲明 (В. М. Кузьмин) 和 В. Е. 多耶宁 (В. Е. Доенин)：鑽探的工作組織。

目前還沒有一種勘探坑道掘進的教科書能符合地質勘探技術学校教学大綱的要求，正因为这样才有本書之問世，不过，本書僅闡述地質勘探技術学校山地鑽探專業勘探工程課程的第一部分的問題，亦即勘探坑道的問題。

編寫具有一定水平的學員适用的該課程的教科書，这还是初次嘗試，当然缺点在所难免，如蒙指正，不勝感謝之至。

第一篇 总 論

第一章 礦床的普查与勘探

普查的目的在于找到礦床，查明其一般產狀并大体确定礦床的大小。

普查工作一般是在較大的区域内進行，在这里地質条件提供出現某种礦床的証据或在这里已找到了直接的礦化現象——如含有礦物的各种岩塊及石灰岩和頁岩中的炭質复膜和薄夾層等。

在普查工作过程中要解决所找到的礦床是否值得進一步研究的問題。假如有用礦物的質量不能令人滿意，或其数量不大。那末就沒有進一步勘探的远景了。

如果普查工作順利結束并找到了礦產，那末就必須开始研究，以便查明礦產的質量与数量，以及礦產与圍岩的相互关系。

所找到的有用礦物的聚積体就称为礦床，应進一步更仔細的研究。为此目的須進行勘探工作，以求达到：（1）确定礦床在工業上的有用性；（2）詳細研究与礦產开采及加工有关的地質条件；（3）工業儲量的計算；（4）礦床的評价。

大多数礦床要分成几个程序或几个階段來研究。

一般分为三个勘探階段：初步勘探，詳細勘探及开采勘探。各階段的任务在于查明礦床產狀，形狀及大小，以及有用礦物的質量和在礦床中的分布情况。

每下一階段的勘探工作量均比上一階段的大，特別是探礦坑道工作量更大，这样才能越來越詳細和深入地研究礦床。

初步勘探提供矿床的大致情况，以便确定矿床可能的范围，矿产的质量和产状。根据在此阶段勘探的结果，应合理地确定进一步更详细的研究矿床所需的经费。

详细勘探的任务在于更详细地确定矿床产状，按工业技术的品级划分矿产储量和查明开采的主要生产技术条件。

根据详细勘探的结果即可确定矿床的工业价值并可着手编制开采设计。这一阶段的勘探极其重要，因为如果详探结果良好，就可准许编制企业技术设计及拨给建筑经费。

开采勘探与矿床的开采同时进行。本勘探阶段的目的是获得更确切的产状指标并确定矿区内的矿产质量和数量。以使用这些指标确定更合理的采掘工作方针。

在各勘探阶段中无论鑽探或掘进工作均可采用。鑽探研究另一种对象，因此，本教科书未加介绍。

坑道的勘探方法

一切探矿坑道需要有理想地质剖面图（垂直的与水平的剖面图），这些剖面图连接起来可以查明矿区地质构造（图1）及矿体形状。探矿坑道常常是布置在一定的勘探线上。拟定的勘探线必需与岩石或矿体的走向垂直。勘探线之间的距离由矿床性质及勘探阶段而异。

勘探砂矿、矿层、层状矿体、扁豆状矿体及急倾斜的矿脉采用勘探线。如果是水平的或缓倾斜的矿层，则勘探线的布置是两者互相垂直。

布置坑道所采用的勘探网有正方形，长方形或菱形。

矿产质量及厚度的变化还不能知道的时候或类似露出的走向变化还不清楚的时候，应采用正方形勘探网。如矿产厚度或质量在走向上的变化明显，那末坑道应按长方形勘探网布置，经常与矿体走向成垂直。如发现矿产的某种性质呈线条状分布，则有时采用菱形网。

当礦床中礦体的橫断面小而長度大，即呈管狀时，勘探坑道应布置在礦体走向上。所遇到的礦床可能是很不規則的形狀，以致难以選擇一定的形式來对它們進行勘探。在这些情况下，必須特別注意研究礦床的地质構造并用复雜的坑道系統進行勘探。

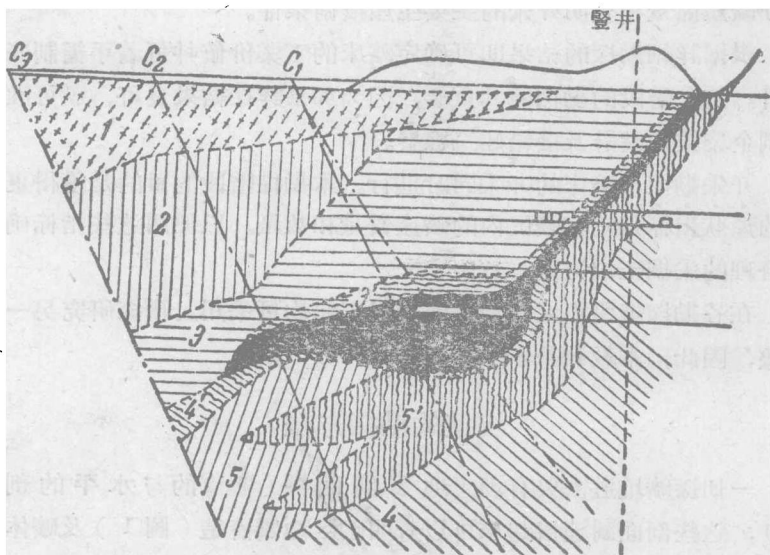


圖 1. 斯大林諾戈爾斯克礦區垂直剖面圖

1—冲積層；2—凝灰岩；3—粘土頁岩；3'—礦染狀粘土頁岩；4—絹雲母頁岩；4'—浸染狀礦石；5—角頁岩；5'—礦染狀角頁岩(黑色表示礦体)；C₁C₂C₃—鑽孔

一般，确定勘探方法就是選擇：(1) 勘探系統；(2) 勘探坑道种类，分布的位置及坑道間距；(3) 取样方法及样品加工方法；(4) 計算該礦床礦量的方法。

在勘探形狀复雜的礦床时，坑道比鑽孔有着很大的优越性，因此在这种情况下多采用坑道。利用坑道可保証礦床地质研究的高度詳尽性，并可正确地确定礦產質量。

不过，單純的坑道勘探还是比較少的，一般都是采用鑽孔和坑道的配合勘探法，即所謂山地鑽探勘探法。

第二章 勘探坑道的类型

用山地工作在岩層中造成的洞穴叫做坑道。用于找礦及研究礦產的坑道，叫做探礦坑道。

在進行与礦產普查及勘探有关的工作时可采用以下水平、傾斜和垂直的探礦坑道；探槽、平硐、沿脉、石門、穿脉、淺井、小圓井、勘探豎井、天井、暗井（圖2）。

探槽——是一种不太深、不太寬而比較長的地面坑道。探槽在普查与勘探时采用，而在普查和勘探急傾斜的礦層及礦脉时則必須采用，因为探槽大部可以橫穿它們。在某种情况下可用探槽沿走向追索有用礦物。探槽的深度很少超过2.5公尺，其長可由5公尺到1公里或更多。探槽上部的寬度为2—3公尺，越往底部越狹，底部为1公尺，甚至有的为0.5公尺，这要根据所穿过的岩石的性質而定。一般進行槽探是为揭露基岩，也就是說几乎完全是在浮土層（冲積層）中挖掘。

平硐——地下水平坑道在地面有出口。其断面大小应保証在掘進

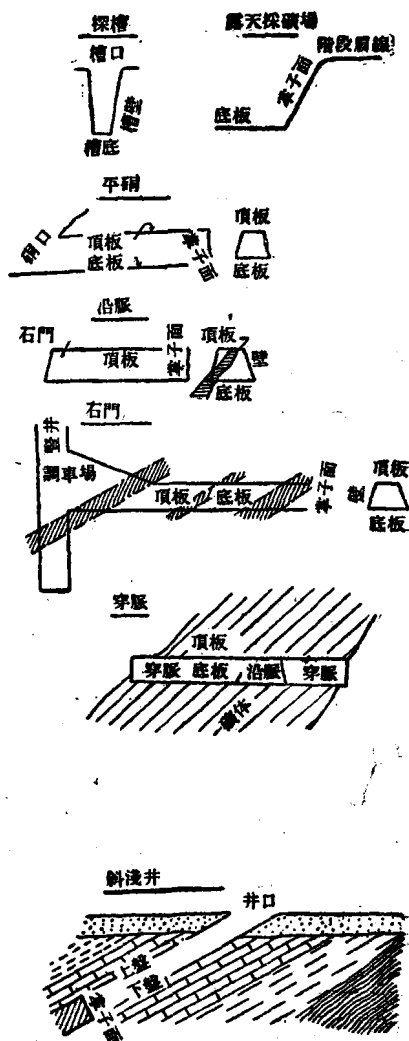


圖2. 勘探坑道圖

区域内工作面岩石的运搬。平硐需要有利的地形：陡山坡或河谷斜坡，深谷等。平硐可垂直岩层走向，亦可沿岩层走向掘进。

沿脉——平硐式地下水平坑道在地面没有直接出口，沿岩层走向掘进。

石门——平硐式地下水平坑道，在地面没有直接出口，在岩石中垂直岩层走向掘进。一般石门将竖井与沿脉运输坑道连接起来。

穿脉——平硐式地下水平巷道，在地面没有直接出口，在矿体的顶板与底板间掘进。

浅井——从地表到矿体或基岩的垂直坑道。一般为矩形断面，断面1—6平方公尺。一般深度为5—15公尺，很少为20—25公尺。

小圆井——也是一种浅井，但一般为圆形断面。只在稳定干燥的岩层中开掘，因为断面小照例不容许支护及排水。小圆井直接为1.0—1.2公尺，深度很少超过10公尺。

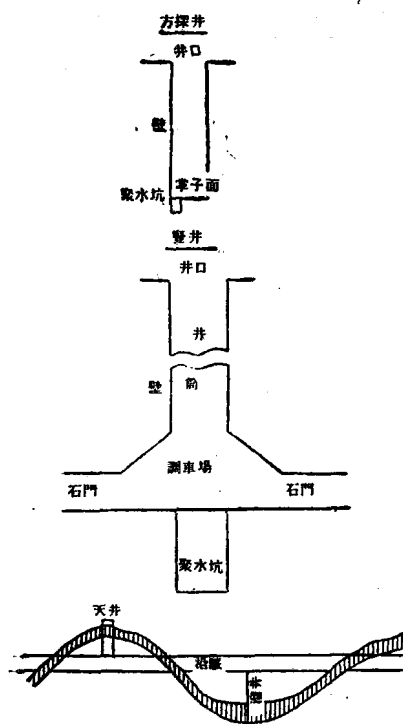


圖 2-a

勘探竖井——在地面有出口的垂直坑道，比浅井深得多。竖井断面应保证能够安设材料、设备、人员上下及岩石提升的井筒。并满足排水，通风需要。勘探竖井断面为4—10平方公尺。深度可达50公尺或更深。

天井——水平或倾斜的地下坑道，它从地下水平坑道分支并在矿体或岩石中从下向上掘进，天井与浅井的断面非常近似。

暗井——类似天井的坑道，它是从上往下开掘的。

第三章 岩石的物理机械性質

为了正确选择与采用各种掘進方法，必須考慮岩石的物理机械性及其状态。

影响掘進作業的主要岩石性質有：硬度，韌性，脆性，彈性，層理，節理，穩定性及含水性。

硬度——岩石对鑿入本身的尖銳工具的抗拒的性能。

假如石灰岩的硬度为 1，則其他最主要的几种岩石的硬度与之比較大致排列如下：

岩石	度係数
大理石.....	0.8
石灰岩.....	1.0
輝綠岩，玄武岩.....	1.6
花崗閃長岩，花崗岩.....	1.7
石英，燧石（角頁岩）.....	1.8

韌性——岩石阻撓其本身碎屑分离的性質。从整塊岩石打下石塊由其抵抗力就可試出岩石的韌性。岩石韌性的強弱可表现出其碎屑間胶結力的大小，因而岩石韌性愈強，坑道掘進需要炸藥愈多。主要岩石的韌性比如下：

岩石	韌性係数
大理石.....	0.7
石灰岩.....	1.0
砂 岩.....	1.1
花崗岩，燧石（角頁岩）.....	1.3
閃長岩，石英岩.....	1.9
玄武岩.....	2.2

脆性——这种性能是岩石受冲击或爆破作用破裂成較小的碎塊。这一岩石性質表明硬度高而韌性随着降低，在选择打落岩石的方法时

應加以考慮。

彈性——這種岩石性質是當工具沖擊岩石之後能夠反回。在勘探工作的條件下，這種性能主要在打衝鑽，及鑿岩時才能碰到。彈性愈大的岩石，則越難進行鑽探或鑿岩。

層理和片理——是岩石沿一定層面很容易分開的性能。這種性能在鑿岩爆破時，必須加以注意。

節理——硬岩石的節理利於坑道的掘進，因為有時採用楔槌作業非常有效。另一方面，在某些情況下，節理使掘進複雜化，如爆破效果降低等……。一切硬岩石按節理分為多裂縫的岩石，中裂縫的岩石，輕裂縫的岩石及整塊岩石（連續的）。

穩定性——水平坑道的頂板和兩幫各露出面上的岩石保持不塌落的性能。一切岩石按穩定性分為弱穩定岩石、中穩定岩石、穩定岩石及極穩定岩石。

弱穩定岩石或不穩定岩石，在回采時，於掌子面附近開始塌落，在這種情況下，隨著掌子面的推進，應立刻架設密集的支護。

中穩定岩石距掌子面 6—10 公尺處塌落，亦應隨著掌子面的推進立刻支護，並且架棚子的同時應將頂板全部或部分背緊，有時兩幫也要背緊。

穩定岩石可以使坑道頂板特別是兩幫的露出面加大。此類岩石的塌落始於距掌子面 10 公尺或 10 公尺以外的地方。因而不需要全部坑道都支護，離掌子面很長的距離可以留下。

極穩定岩石，就是露出面很大也不塌落的岩石。

舉以下例子即可證明：在岩鹽礦區開掘的大型坑道（在阿爾泰莫夫斯克地區及其他地區）；索利卡姆斯克鉀鹽礦採掘工作的硯室——寬 20 公尺；高 12 公尺和長 75 公尺；哲茲卡茲干銅礦山較大的採空區。在這樣的條件下，儘管裸露的面積和長度均很大，但採空區無須支柱仍可開采。

含水性——多孔岩石及裂縫岩石的含水性是確定勘探進行方法的

主要因素，岩石含水性就使排水組織是必要的，并影响到探礦坑道类型及其支护的选择。它对炸藥的选择也有关系。

未考慮上述岩石性質，就不可能正确地計劃与進行山地工作。不僅需要考慮这些性質，还要在各种不同的地質条件下加以研究，以決定它們在不同地区的变化情况。

岩 石 等 級

在松散軟質和中硬岩石中探礦坑道的掘進，以及在硬岩石和極硬岩石中与鑿岩爆破有关的各工序，均与这些岩石的物理性有着密切的关系。其中主要的是岩石硬度或在鑿岩、打落和爆破时其对外界的抵抗力。

为了鑑定岩石的硬度，普罗托基亞科諾夫(М. М. Прото́дьконов)教授曾做出数字指标——硬度係数。

岩石等級決定于許多的岩石性質，其中主要性質是如上所述的。打眼和其他掘進工序的生產率(即其定額)均与岩石硬度係数有密切的关系。这一問題是十分重要的，因而促使許多学者按硬度來划分岩石类别。

最早的岩石等級要算是十八世紀末叶維尔涅尔(Вернер)的分类法。他將所有的岩石分为五类：Ⅰ——松散的及流砂性的，Ⅱ——軟的，Ⅲ——破碎的，脆的，有層理的及裂縫的，Ⅳ——硬的，Ⅴ——極硬岩石。在这个分类里感到不足的地方即未考慮到岩石的物理机械性及礦產的采掘方法。

1926年俄國著名学者普罗托基亞科諾夫教授制定了一个岩石等級，把所有之岩石按硬度分成十类。每类均有一定係数，該係数即标志着岩石的抗压程度，采掘性，鑿岩性，炸藥消耗量，穩定性及支柱压力。著者把这个係数称为岩石的硬度係数。

硬度係数(f)由以下方法确定，硬度係数單位以100公斤/公分²之抗压強度計算。換言之，岩石开始破碎的極限抗压強度在压力100

公斤/公分²时(硬度係数) $f=1$. 即 $f=\frac{K}{100}$, K ——極限抗压强度。

普罗托基亞科諾夫教授曾用多种方法测定了岩石硬度係数;

(1) 極限抗压强度; (2) 穿孔 1 立方公分岩石所消耗的功;
(3) 鑿岩工的班生產率; (4) 炸藥消耗量; (5) 坑道掘進工的生產率; (6) 地面挖工的生產率; (7) 坑道掘進速度。

著者認為如某种岩石在鑿岩上比另一种岩石硬几倍, 則在其他方面(在爆破上)也是同样的倍数。

普罗托基亞科諾夫教授岩石分类表包括大約65种岩石, 这些岩石是按硬度减少的順序編成的。把硬度相近的岩石合併成下列等級(I--X)。

I 級	極硬岩石	硬度係数	$f=20$
II 級	很坚硬岩石		$f=15$
III 級	硬岩石		$f=10$
III _a 級	硬岩石		$f=8$
IV 級	稍硬岩石		$f=6$
IV _a 級	稍硬岩石		$f=5$
V 級	中硬岩石		$f=4$
V _a 級	中硬岩石		$f=3$
VI 級	稍軟岩石		$f=2$
VI _a 級	稍軟岩石		$f=1.5$
VII 級	軟岩石		$f=1.0$
VII _a 級	軟岩石		$f=0.8$
VIII 級	土質岩石		$f=0.6$
IX 級	松散岩石		$f=0.5$
X 級	流砂性岩石		$f=0.3$

選擇岩石硬度係数 f 时应考慮到岩石的物理状态, 即岩石的風化程度, 節理, 断層的錯动, 离地表的远近等。

該分类的最大优点是有科学根据, 并且有許多組岩石从流砂和松散的岩石起到極硬岩石止。但是, 作者本人並沒有把他所确定的硬度

係数当作实际定额而只是用来在计算时作为一个初步材料和计划根据。总之直到如今该硬度系数尚保留着相当的意义。

1942年在苏联部长会议地质工作委员会的正式文件上曾公布了一个岩石分类表（如表1）。

这一岩石分类表应认为现行分类表中最适用的一个，因为，在编制该表时曾顾及到过去已有分类表的缺点。

岩石分类表

（按掘松性及鑽眼性）

表 1

岩石等級	級內組別	岩石名稱	掘進方法	掘松及鑿岩的實際時間（分）
1	2	3	4	5
I		疏松泥煤及无根的植物層，正常湿度的黑土 膠結弱的砂層（非流砂）及不含卵石及碎石的 疏松的砂質粘土（亞粘土）湿淤泥，淤泥質土	鶴嘴鎬	(22)
II	1	泥煤及帶根的或夾雜少許卵石及碎石的植物 層，不被粘土粘結的砂卵石層；疏松黃土	"	(40)
	2	輕砂質粘土（亞粘土）及含少許卵石及碎石的 的不流散的砂質淤泥土 完全粘松的噴出變質岩風化的高嶺土化產物		
III	1	含卵石及碎石达 20% 的砂土及砂質粘土層 小卵石層：压实的粘土質砂，小碎石，軟石 煤，白堊	"	(65)
	2	夾有卵石及碎石的亞粘土，压实的黃土，疏 松的泥灰岩，砂礫土；帶狀粘土，可塑性的肥 粘土（含砂粘土），致密的干粘土，高嶺土 冻结的：含水多的砂，淤泥，泥煤 冻透層水		

續表 1

1	2	3	4	5
IV	1	裂隙破碎的岩石: 中硬石煤, 泥灰岩, 滲透多孔石灰岩, 凝灰岩。 細碎狀的: 砂岩, 石灰岩, 粘土質的, 砂粘土質的, 炭化的, 云母化及石灰化的頁岩 滑石化蛇紋岩及其他轉变为角礫或細粒風化產物的原生的岩石		(105) 2л. II.
	2	被石灰質, 石膏質和与之相類似的膠結物弱膠結的或被粘土粘結的卵石-碎石和角礫層 含有大卵石及碎石的韌性的干燥的或肥的粘土 致密黃土 凍結的: 粗粒砂, 角礫, 致密的含水少的淤泥, 砂質粘土		
V		卵石中間夾有砂及粘土物質的被鉄質、石灰質和其他中等硬度的膠結物所固結的礫岩 極致密的肥的, 粘結的粘土, 泥灰岩, 分層石灰岩, 介壳石灰岩 夾雜有碎礫石, 塊石, 巨礫, 岩塊帶粘土的砂的粗大的帶稜角的排列无秩序的岩石碎屑、極致密的碎石土層, 漂礫土 粗破碎岩石: 砂岩, 砂質粘土, 泥質, 滑石化及云母化板岩, 向各方向呈裂隙狀的火成岩及沉積岩	磨嘴鑄或 爆破	(170) 3л. II.
VI		致密的泥灰岩, 軟炭質頁岩, 泥灰岩化石灰岩, 弱膠結的砂岩及石灰岩; 次泥質岩, 次礫石膠, 滑石化蛇紋石, 泥灰石: 結晶石膏, 岩鹽, 煤, 致密白堊, 鉛礬土 強烈風化岩石: 純礫石, 礫岩, 蛇紋岩裂隙狀的破碎岩石: 變質及結晶頁岩, 火成岩(花崗岩, 閃長岩, 正長岩, 輝長岩等)及堅硬沉積岩(石灰岩, 砂岩, 頁岩等)	爆破	(320) 4л. II.
VII		被石灰質膠結的沉積岩礫岩 炭化及袖母頁岩, 云母化滑石綠泥化的、絹		(650) 6л. II.